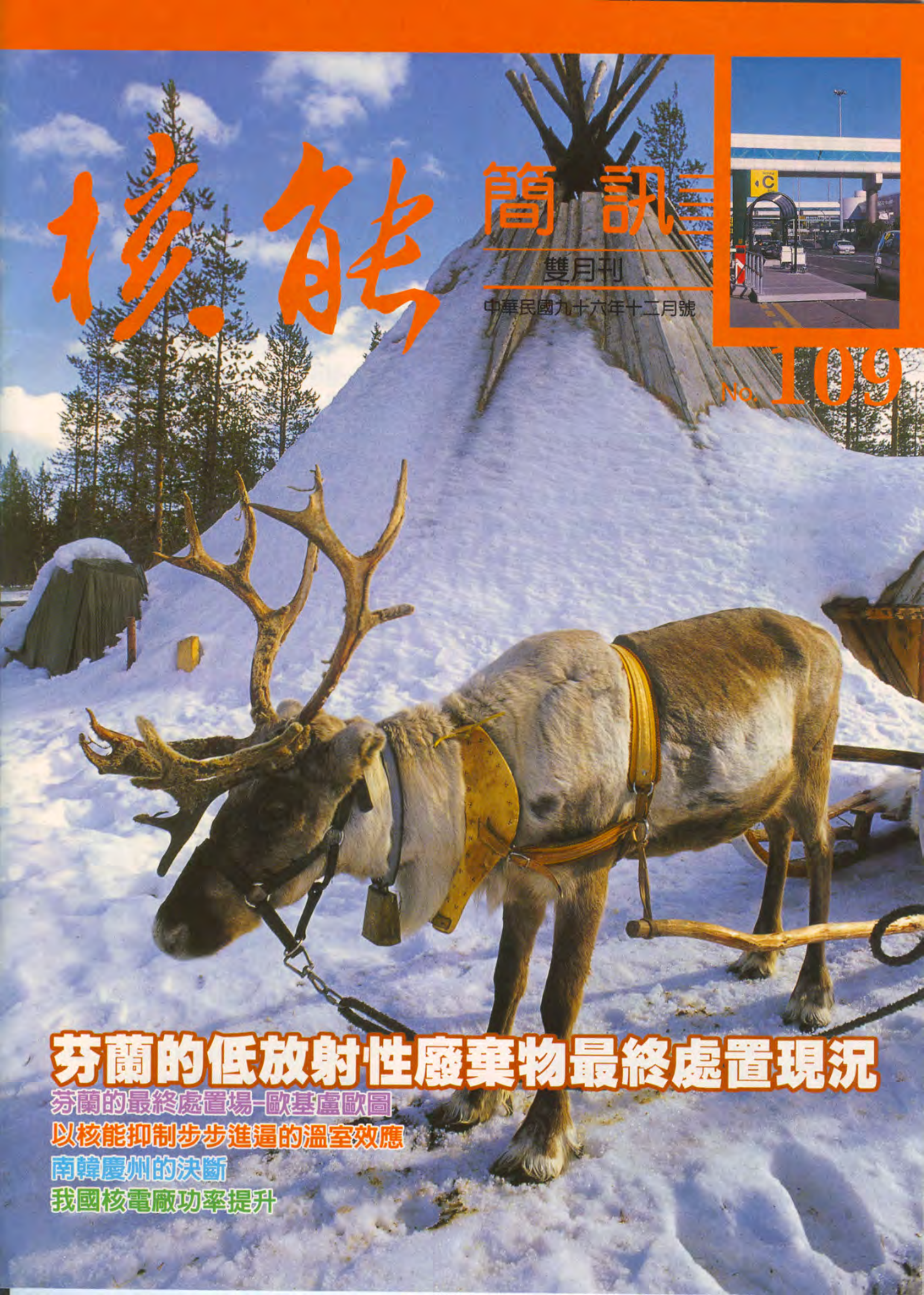


核能
簡訊
雙月刊
中華民國九十六年十二月號
No.109
芬蘭的低放射性廢棄物最終處置現況
芬蘭的最終處置場-歐基盧歐圖
以核能抑制步步進逼的溫室效應
南韓慶州的決斷
我國核電廠功率提升

核能簡訊

DEC

中華民國九十六年十二月號



CONTENTS

出版單位 中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　　址 新竹市光復路二段一〇一號
研發大樓208室
電　　話 (03) 5711808
傳　　真 (03) 5725461
網　　址 http://www.nicenter.org.tw
E－mail nic@nicenter.twmail.net
發 行 人 朱鐵吉
編輯委員 李四海、徐懷瓊、翁寶山、黃文盛、萬永亮、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、鍾堅、顏上惠、蕭金益（依筆畫順序）
主　　編 朱鐵吉
顧　　問 喻冀平
文　　編 鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
美　　編 陳慧欣
編 印 者 信誠廣告事業有限公司
地　　址 台北市興安街100號3樓之5

■ 行政院新聞局出版事業登記證・局版臺誌字第 851 號

編｜者｜的｜話

放射性廢棄物必須予以妥善處理，而最終處置是徹底解決問題的方法。低放射性廢棄物最終處置的最高目標，是將低放射性廢棄物永久隔離於人類生活環境，以確保人類生活安全與環境品質。

近年來，國際間的處置技術多元發展和經驗累積，非常有助於我國低放射性廢棄物最終處置計畫工作的推動執行。依統計，國際上運轉中或曾經運轉過的低放射性廢棄物處置場已超過100座，目前運轉中的低放射性廢棄物處置場共有76座。英國、法國、瑞典、芬蘭、西班牙、日本、美國等國家都有低放射性廢棄物處置場，都在順利運轉中。各國的處置方式雖因本身條件不同而相異，但都能徹底將放射性廢棄物與生活環境隔離，以確保大衆安全、維護環境品質。

繼上期（108期）中報導過「沒有公投的國家－芬蘭」，本期持續報導這個和平通過設置最終處置設施的國家。芬蘭最終處置設施之一，歐基盧歐圖，位於芬蘭西岸的優拉佑基市內。針對該市居民的意見調查：市民認為，經過研究與正式的安全性評估之後，確認設址計畫是安全的，則大多數居民都能接受將最終處置場建造於當地。這種理性和平的態度，實在值得我國人民借鏡。

除了積極尋找最終處置場場址，我國的核電廠更致力於提高核能發電功率，即在不增加核燃料的狀況下，仍可以提升發電量。在以安全為第一考量後，功率提升計畫的執行不僅有助於減少溫室氣體排放量，更可節省發電成本，提高核電廠的經濟效益。

芬蘭的低放射性廢棄物最終處置現況

◆ 編輯室

●芬蘭有4座核能機組，占全國總發電量的27%。

●2002年開始，芬蘭政府有鑑於經濟、能源安全與環保各項因素，著手興建第5座核能機組。預計2011年開始商業運轉。

●放射性廢棄物處置用的都是最先進的技術。

芬蘭的核電發展現況

芬蘭現有4座核能機組，總發電容量為2,696百萬瓦，2006年共發出220億度電，超過全國總發電量的1/4。平均裝置容量超過94%，是全世界效率最高的核電機組。其中2座機組是隸屬於TVO公司，另2座機組則是屬於Fortum公司。（註1）



圖1.芬蘭核電廠位置圖

中低放射性廢棄物營運現況

核電廠的中低放射性廢棄物在廠區內的岩床中進行處置。位在歐基盧歐圖(Olkiluoto)處置場和洛維薩(Loviisa)處置場的地下處置設施，分別於1992年和1998年開始運轉。

截至2004年底，洛維薩與歐基盧歐圖核電廠累積的中低放射性廢棄物數量，分別是2,677立方公尺與4,683立方公尺。芬蘭現有的核電廠，所產生的中低放射性廢棄物總量，將達2萬立方公尺，因電廠除役所產生的部分則有4萬立方公尺。

洛維薩核電廠的濕式中低放射性廢棄物是貯存在容器中，一座水泥固化廠，已於2006年底加入營運。固體的中低放射性廢棄物經過加壓/包裝之後放入鋼桶中，並運送到最終處置設施。

而歐基盧歐圖核電廠的濕式中低放射性廢棄物，在瀝青中固化並澆注於鋼桶內之後，運送到處置設施。固體的中低放射性廢棄物則是經過壓縮/包裝之後，放進鋼桶與混凝土箱中，同樣也是運送到最終處置設施。

最終處置系統

一、國家政策

芬蘭對於中低放射性廢棄物的營運政策，是處置在核電廠廠區內的岩穴中。

二、廠址的選擇

1970年代後期，歐基盧歐圖與洛維薩兩地核電廠廠址被選為中低放射性廢棄物地下處置設施的候選位置。經過了全面性的調查之後，確定這兩個場址都很適合作為處置場，1986年時完成了建廠執照的申請作業。

中低放射性廢棄物的營運

在歐基盧歐圖的地下處置設施內，包含有2座貯存倉，位於石英閃長岩的岩床中，直徑24公尺、高34公尺、深60-95公尺。其中一座用來貯存中放射性廢棄物的瀝青固化體，另一座則是則是用來貯存低放射性廢棄物。處置中放射性廢棄物的那個貯存倉，是在岩石貯存倉內還含有一個厚牆混凝土倉。當貯存的是低放射性廢棄物時，則是在岩石貯存倉內側直接用噴漿混凝土覆被。所有的放射性廢棄物都會存放在混凝土護箱內，裡面可以容納16桶放射性廢棄物。



圖2.芬蘭的議會

洛維薩處置場的地下處置設施，位於大約110公尺深的花崗岩岩床內。內有2個處置隧道，用來存放固體的低放射性廢棄物。另有1個洞穴是用水泥來固定廢棄物。這個洞穴已經開鑿完成，只不過後續的建造與設備安裝將要到2007年才會完成。（註2）



圖3.運送放射性廢棄物的專用運輸車輛

芬蘭的放射性廢棄物營運是依循「核能法案」的規定，法案內容將核能生產者的責任、發照的程序與管制者的權力分別界定清楚。

1994年，核能法案曾經做過修正，所以芬蘭所有的放射性廢棄物都必須在境內進行處置，這個法案同時也禁止其他國家的放射性廢棄物進入芬蘭。

芬蘭的中低放射性廢棄物最終處置設施是建在岩床之中。早在1992年時，歐基盧歐圖這種形式的最終處置設施就已經被使用了，而洛維薩最終處置設施則是在1998年時啟用。全世界生產核能的國家，絕大多數都擁有自己的中低放射性廢棄物最終處置設施。（註3）

芬蘭大部分的放射性廢棄物分別來自洛維薩與歐基盧歐圖核電廠的4座機組，小部分則來自歐他內密（Otaniemi）研究用反應器。

其實一般的工業、研究設施與醫療院所產生的放射性廢棄物，與核電廠的中低放射性廢棄物類似。這一類廢棄物會運送到位於歐基盧歐圖的主要貯存設施。（註4）

芬蘭的放射性廢棄物營運原則

1.芬蘭自己產生的放射性廢棄物，要在芬蘭境內進行最終處置。
2.芬蘭政府有管理放射性廢棄物的責任，應立法制訂安全規範，以確保能確實執行。
3.核電廠擁有者--波西瓦（Posiva）公司負有放射性廢棄物的營運義務，必須將如何處置用過核燃料的研究與完成納入考量。（註5）

資料來源：

註1：http://www.uic.com.au/nip76.htm
註2：http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/en_GB/ydinjate/_files/73810475841424335/deft/radioactive_waste_management_in_finland.pdf
註3：http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/loppusijoitus_suomessa/en_GB/loppusijoitus/
註4：http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/en_GB/ydinjate/
註5：http://www.posiva.fi/englanti/ydinjatehuolto_suomessa.html
註6：http://www.tvo.fi/497.htm
圖1：http://www.tvo.fi/uploads/tekninen-esite-Eng-3.pdf
圖2：http://www.posiva.fi/englanti/ydinjatehuolto_suomessa.html
圖3：http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/en_GB/jatteet/

芬蘭的最終處置場——歐基盧歐圖

◆ 編輯室

1999年，芬蘭政府的政策決定，進行最終處置場的可行性計畫，波西瓦（Posiva）公司提出申請，希望在優拉佑基（Eurajoki）自治市的歐基盧歐圖建造一座地下岩石設施。

政府定下決策

芬蘭政府要求優拉佑基市與「輻射與核能安全局」提出說明，以協助政府做出決定。在收到同意聲明之後，芬蘭政府似乎沒有理由不通過，於是在2000年12月核准這項計畫。國會則還在考慮這個案子，最後在2001年3月，以159票對3票通過這項政策。

當地民衆對設址的支持

針對優拉佑基市居民對於最終處置場的態度調查，從1999年開始展開。市民們表示，如果經過研究與正式的安全性評估之後證明這個計畫是安全的，他們大多數都能接受在該市建造最終處置場。優拉佑基市議會即以20票對7票通過最終處置場設址於歐基盧歐圖。（註1）

計畫核准告示板

1. 2001年3月，芬蘭議會以159票對3票，正式核准設置最終處置場的政策。
2. 優拉佑基市大多數民衆同意在該市設置最終處置場。



圖1.歐基盧歐圖核電廠外觀

歐基盧歐圖核電廠隸屬於TVO電力公司，位於芬蘭的西岸、優拉佑基市內。

在岩穴中處置廢棄物

歐基盧歐圖中低放射性廢棄物最終處置場是建造在岩穴中，這個處置場是用來處置塑膠蓋、防護衣與金屬碎片等，維護發電系統時產生的低放射性廢棄物。同時也處置液體、泥漿、離子交換樹脂等中放射性廢棄物，這些是由放射性廢水淨化系統所產生的。低放射性廢棄物經過液壓機壓縮成原本一半的容量，再裝進200公升的鋼桶中。離子交換樹脂則經過乾燥，再混合瀝青之後，裝進200公升的桶中。經過處理的廢棄物，再以具有特殊運送屏蔽的車輛運送到地下處置場。（註2）



圖2.歐基盧歐圖處置場交通位置圖

「歐基盧歐圖3號機組」新計畫

歐基盧歐圖核電廠3號機組	
位置	優拉佑基市的歐基盧歐圖
機組供應商	法國亞瑞華公司
反應器的原始出廠國	德國/法國
反應器類型	壓水式反應器
汽機供應商	西門子公司
電廠的淨電力輸出	約1,600百萬瓦
淨效率	約37%
建築物總容積	95萬立方公尺

3號機組的廢棄物營運計畫

歐基盧歐圖核電廠3號新機組將以現有的方式與程序來申請放射性廢棄物的營運。和現有的機組一樣，將從新機組的發電收入中籌措，以作為日後廢棄物的營運經費。

廢棄物處理費包括用過核燃料處置、運轉廢棄物，以及除役廢棄物管理等費用。這個基金的經費來自「國家放射性廢棄物營運基金」，用來支付放射性廢棄物不同的營運階段所需要的費用。



圖3. 歐基盧歐圖核電廠3號機組計畫鳥瞰圖

中低放射性廢棄物經過嚴密的包裝之後，放置在開挖好的岩床之中。現有的地下處置設施，足以容納新機組所產生的放射性廢棄物。（註3）

資料來源：

註1：http://www.posiva.fi/englanti/tutkimus_olkiluoto.html

註2：http://www.tvo.fi/485.htm

註3：http://www.tvo.fi/497.htm

圖1：http://www.tvo.fi/uploads/tekninen-esite-Eng-3.pdf

圖2：http://www.tvo.fi/476.htm

圖3：http://www.tvo.fi/486.htm



我國低放射性廢棄物的處置現況

◆ 劉文忠

放射性廢棄物的放射性強度會隨著時間的增加而遞減，以鈷60核種為例，它的半衰期約為5.3年，也就是經過5.3年，它的活度會減為原來的一半；經過50年後約已衰減至原來的千分之一；若再經過50年，則其放射性活度將降為原來的百萬分之一，可以說它的放射性幾乎衰變殆盡。低放射性廢棄物內所含的放射性核種以鈷60最多，以及少量的銫137，所以經過300年後，放射性就會隨著時間而自然衰減至無害的程度。

放射性廢棄物最終處置就是利用這種特性，並以多重障壁--包括固化體、廢棄物容器、填充材料、排水設施與天然障壁等，可將放射性廢棄物與人類生活環境完全隔離，讓放射性自然衰減，以保障大眾安全及維護環境品質。現將多重障壁的特性分述如下：

1.固化體障壁：將廢棄物與固化劑混合固化，使放射性核種被緊密地拘限在固化劑中不易移動。
2.廢棄物容器障壁：在容器的有效壽命內，具有隔絕廢棄物固化體與外部滲流水接觸的功能。
3.填充材料障壁：填充材料具備低滲水性及高吸附等特性，可使外部滲流水不易入侵到廢棄物體中，即使外部滲流水與廢棄物體接觸，放射性核種仍會被填充材料緊密的吸附住，而不易遷移。
4.排水設施障壁：在處置區域周圍有完善的排水系統，使滲流水在未進入填充材料障壁前就被排水系統隔絕。
5.天然障壁：利用處置場附近優良的地質條件，可吸附極微量的外釋核種，使放射性衰減到無害的程度。

至2007年止，國際間運轉中的低放射性廢棄物處置場共有76座，分屬34個國家，顯見低放處置在技術上並無問題，圖1、圖2分別為瑞典、法國低放射性廢棄物處置設施。國內台電公司過去十多年推動處置設施選址工作，由於缺乏作業的法律依據，以致無法選定場址。

有鑒於此，原能會擬具「低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例」草案，並於2006年5月順利完成立法，經總統公布施行。該場址條例公布施行後，經濟部已依規定於2006年8月，邀集13位學者專家及5位機關代表，成立「選址小組」；另會商原能會後指定台電公司為選址作業者，協助選址小組進行選址工作。預定於民國2008年底前，以地方公投方式決定候選場址。

目前選址小組已依場址條例規定，研擬完成選址計畫草案，於2007年3月辦理公告，將徵詢各界意見後，據以執行選址作業。原能會依場址條例規定，已於2006年11月發布實施「低放射性廢棄物最終處置設施場址禁置地區的範圍及認定標準」，台電公司依該

標準的規定，進行有關地質、水文、地球化學等場址調查作業。調查期間，原能會將派員檢查該調查作業的合適性及完整性。

原能會為了嚴密管制低放射性廢棄物最終處置的安全，已規定最終處置場址不得位於下列地區:

1.活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全的地區。
2.地球化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並足以影響處置設施安全的地區。
3.地表或地下水文條件足以影響處置設施安全的地區。
4.高人口密度的地區。
5.其他依法不得開發的地區，如生態保護地區、史蹟保存地區、重要天然資源地區等。

依場址條例規定的選址作業時程，選定候選場址約需2年；另依環境影響評估法規定，處置設施須進行二階段環評，其所需環境調查、報告撰寫及環保署審查的時程約需3年。因此，目前台電公司規劃於2011年中，選定處置設施場址，提報行政院核定。台電公司於完成場址特性調查、設施設計及安全評估後，再依「放射性物料管理法」規定，向原能會申請建造執照。原能會除了進行安全審查外，須將申請案公告展示120日，以廣泛收集各界意見，並舉行聽證。台電公司規劃處置設施的工程包括碼頭、道路、接收處理與處置區等設施的興建及申請運轉執照。送審所需的作業時間約5年，預定於2016年底前展開處置作業。

（本文作者為原子能委員會放射性物料管理局薦任技正）

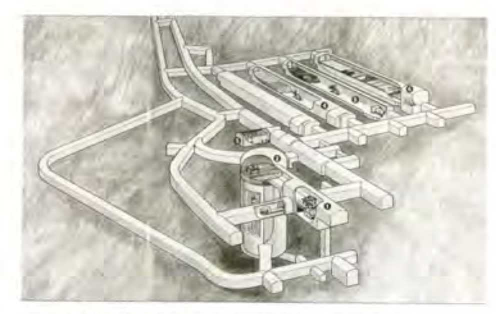


圖1.瑞典低放射性廢棄物處置設施示意圖



圖2.法國低放射性廢棄物處置設施



圖3.蘭嶼貯存場低放射性廢棄物貯存壕溝

英國高齡冷卻塔走入歷史

◆編輯室

世界第1座工業級核電廠

英國凱得府核電廠的4座冷卻塔，
9月29日在炸藥引爆下，
頓時灰飛煙滅，走入歷史。

2007年9月29日當日早上9點，4座位於英國雪拉菲爾德的凱得府(Calder Hall)核電廠內的冷卻塔，其中兩座先以炸藥炸碎成石塊，5分鐘後，剩下的兩座冷卻塔再以相同爆破程序處理。官方在做過非爆炸區域和電廠周圍安全檢查之後，隨即宣布爆破成功。4座88公尺高、形同英國工業史上重要里程碑4座的冷卻塔，爆破過程用掉192公斤的炸藥，並吸引數千名群衆圍觀，整個過程也在網路上同步播放。











圖：凱得府冷卻塔在爆破後化為石堆

爆破後產生的2萬多噸碎石塊還需要做特別處置，預計還需3個月才能清理完成。鋼筋將做回收，混凝土塊則需磨成細粉。冷卻塔碎屑經回收處理之後，將用來填滿原本塔下的冷卻池空間。

世界上最老的核電廠－凱得府核電廠的第1座反應器，是在1956年10月17日，由英國女皇伊莉莎白二世正式啓用。凱得府營運歷史長達47年，於2003年3月劃下完美句點，停止運轉。營運期間，電廠內4座5萬瓩級鋁鎂鈹合金(Magnox)反應器除了用作一般發電之外，同時也生產軍用級鈽。英國衛生安全部在徵詢社會大衆意見後，於2005年6月執發除役許可。依照法律規定，凱得府核電廠需在2117年完成除役、場址清理及再利用程序。

9月13日，冷卻塔拆除小組接到核能設施督察局發出的最終同意文件-執照法定文件，確認拆除工作可繼續執行。凱得府冷卻塔爆破計畫是繼2007年5月查坡克羅斯核電廠之後，第二宗類似的引爆計畫。凱得府冷卻塔爆破工程是電廠除役計畫的前奏曲，除役計畫涵蓋62座建築物。

在凱得府核電廠停止運轉後，原本計畫轉型為高科技博物館，且核能除役局已執行過保留電廠、在原址興建博物館的可行性評估。但因轉型成本高達2.6億美金，核能除役局表示，無論要從地方政府或民間企業募資執行計畫，看來都相當困難，故計畫宣告難產。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/wasteRecycling/_Calder_Hall_cooling_towers_demolished-011007.shtml

圖片：Sellafield, BNFL



氣候變遷 兵臨城下

◆翁雅慧 譯



在國際會議中，氣候變遷議題經常受政治干擾，並引發冗長的科學辯論。聯合國政府間氣候變遷專家委員會的3個工作小組，在數場國際論壇舉辦後陸續發布觀察報告，更加肯定氣候變遷對人類的影響已經不可忽視。

首先，氣候變遷專家委員會科學工作小組評估過最新氣候變化資訊之後，更加肯定自1950年起，氣候暖化現象「極可能來自於人為的溫室氣體濃度的增加」，可能性超過90%。報告指稱，就算溫室氣體持續維持目前的速率釋出，21世紀的氣候變遷現象還會更嚴重。此報告並非預測氣溫及海平面上升的程度會高於5年前發布的數據，而是更加確認早先報告的預測結果。

接著，氣候變遷專家委員會第2工作小組在2007年4月發布另一篇報告，討論氣候變遷的影響、適應及其脆弱性的研究，並斷定氣候變化會造成包括增加供水的壓迫感以及擴大物種滅絕等顯著影響。

2007年5月間，氣候變遷委員會第3工作小組公布如何緩和氣候變化的報告，概述如何改變現況、改變的前景與尤其占溫室氣體釋出量60%的發電工業可做的選擇。此份報告已有超過100個國家簽署，各國一致同意要使用低碳技術的發電能源，政策需要有重大變革。達到此目標的關鍵是徵收碳稅（尤其是發電事業）。報告並認為，核能在現在和未來都是一種緩和氣候變化的重要科技。

這份新報告指出，為了限制溫度上升的範圍在攝氏3度以下，最具成本效益的作法是在2030年以前將零排碳的發電比例（核能和水力），從目前的34%增加到48-53%，且同時還要配合其他措施。由於到2030年，電力需求會成長1倍，而每公噸二氧化碳的碳稅將為50美元，因此氣候變遷委員會估計，核能發電的比例會從現在的16%增加至18%，這意味著在2030年以前，核能產生的電力將是現在的2倍以上。報告也預測，在2030年以前，除水力發電外的零排碳能源發電量約占全球的12-17%。

以上的這些數據僅為預估值，如果再生能源無法如預期的成長，其他的零排碳能源顯然將扮演更重要的角色。因此核電的貢獻度在2030年將必須發展到現在的3倍或4倍，提供全球30%以上的電量。該報告也說明，一旦排除任何一種發電的選擇，要達到降低大

氣中溫室氣體濃度的整體目標，所需的費用將會增加。任何捨棄或者逐步淘汰核能的國家，將會增加達成低排碳目標的整體成本。此舉顯然與永續發展的經濟目標背道而馳。

誠然，氣候變遷委員會對需要增加核能發電比例以降低溫室氣體濃度的預測，與京都議定書中對核能計畫的歧視，成了鮮明的對比。這些是在政治上獲得同意的方法，為了履行聯合國氣候變化綱要公約。此不合理的歧視，將大大依恃於所塑造的繼任者或京都議定書的延續，其終止的年限為2012年。若2012年京都議定書囊括美國、中國大陸以及印度，將有助於將國際政治平衡導向有原則的現實主義。

德國在6月間舉辦的G8高峰會將進行相關議題下一輪的討論。高峰會屆時也許會發揮促使各國在氣候變化上採取實際作為的政治影響力，而非只是宣示性動作。在12月間的聯合國氣候變遷架構會議裡，緊盯著京都議定書的繼任者。

資料來源：

WNN 10/4 & 4/5/07, IPCC summary reports.



以核能抑制步步逼近的溫室效應

◆許俊男 譯

聯合國氣候變遷政府諮詢小組(UNIPCC)是目前集合世界各國的專家，針對由溫室效應所導致的氣候變遷，進行檢討與調查最具權威性的團體。這個小組的第4次報告已於今年2月發表。報告中警告：預測地球的溫室效應持續加速，在21世紀末最大的上升溫度將達攝氏6.4度，海平面將上升59公分。報告又指出，「由溫室效應所造成二氧化碳的增加，無疑的有90%是由因人類的活動所引起的」，也引人矚目。

一方面，經濟合作發展組織－國際能源署(IEA/OECD)在去年所發表的報告預測，到2030年為止，世界的能源消耗將增加至2.5倍，隨之而起的，二氧化碳的排出量將增加35%。能源需求量的增加，其中有70%是隨著開發中國家的發展程度而增加的。溫室效應的抑制，對地球和人類的未來已經成為急迫性的課題，而且必須是由開發中國家與先進國家共同合作解決的問題。

最近氣候異常的頻率增加。記憶所及的悲劇之一是2003年襲擊歐洲的熱浪。在法國有15,000人死亡，而且主要是高齡者。歐洲的一般家庭並不裝設冷氣，如果熱浪持續達10天，將成為高齡者的重大負擔。2005年造成美國紐奧爾良市毀滅的卡崔娜颶風，可說明是由於溫室效應造成海面溫度上升而增加水氣所導致。

很顯然的，有效利用不產生二氧化碳的核能，是抑制溫室效應的重要方法。為了產生1度的電力，如果是利用核能發電時只會排出22公克的二氧化碳，如果是燃燒煤炭則會排出975公克的二氧化碳。但是，目前核能發電在世界所占的比例仍停留在16%，依照國際能源署的預測，到2030年為止還會降低。

為了獲得一定的國內生產毛額(GDP)所產生的二氧化碳，在先進國家中以日本和法國最低。這可認為是推展核能發電的利用、節能技術的開發與應用等所造成的。

在開發中國家中，擁有13億和11億人口且持續急速發展的中國大陸和印度，被要求實施對環境有益的能源政策。積極鼓勵兩國將核能發電作為重要的電力來源，大幅擴增發電計畫。日本在發展節能技術的同時，對於核能發電技術的研發，也以防止核武擴散與確保核能安全為最大前提，進行國際層級的合作，在維護地球環境上是非常重要的大事。

資料來源：放射線安全管理綜合情報誌，No.365，2007年5月1日

(本文譯者為國立清華大學原子科學系榮譽退休教授)

南韓慶州的決斷

◆ 秋元勇己 著 劉振乾 譯

接受「過去一直懸而未決的處置場問題已獲解決，趁這機會邀請您來南韓訪問」的誠意邀請，我搭上飛機。

2005年11月2日，被稱為韓國的京都的史跡之城--慶州，比下其他3個候補地，在居民投票中以89.5%的贊成多數而被選定為中低放射性廢棄物最終處置場的場址，「當地居民正歡天喜地的慶祝著」(譯註1)。

日本的大衆傳播媒體對這個消息似乎沒有什麼興趣，但如果回想就在2年前的7月，反對全羅北道扶安郡的處置場選址的南韓民衆，引發大規模的暴動，甚至發展為對知事(縣長)動武的事件，以致前功盡棄，其間的社會意識的落差之大令人嘆為觀止。

這是個天大地大的大事件，即使沒有邀請，我也要專程前往以便探個究竟。

到達漢城後接待我們的是一場意想不到的盛大款待。說實話，有19年之久，南韓核能界為最終處置場選址工作吃盡了苦頭，在千辛萬苦之後才獲得了這次的大勝利。

這段期間為了要觀摩作為低放射性廢棄物最終處置場先進國家的日本，南韓不斷的派出團體赴日取經。單是由日本原子力文化振興財團負責接洽招待的人數就高達5,000人。

根據南韓人士表示，接受低放射性廢棄物最終處置場的熱潮始於2005年3月，國會通過有關低放射性廢棄物最終處置場的選址特別法之後。特別法明文規定中、低放射性廢棄物最終處置場場址禁止在未來設置用過核燃料的相關設施，以化解反對的地方居民的藉口。

設場支援委員會拉高層級，以南韓總理為委員長；場址選定委員會，以法制化保證各項地方復興措施；韓國水力・核能發電公司的總部遷往選定的場址。將這些政府的不同凡響的決定充分顯示在法律條文中，更將地方議會同意作為場址選定的要件，再經由居民投票獲得過半數贊成等明文化。

在如此布下背水一戰的陣仗後，中央政府與韓國水力・核能發電公司便全力推廣共識活動。

想要扭轉輿論並不是靠提高補償金，也不是靠巧妙的戰術，端靠舉全國之力的「掛



保證」。為了讓核能發電成為能源安全保障的重要支柱，中央政府誓言要以全部責任推動此事的決心才成就了此事。

如何看得出來呢？最好的證據是：在扶安郡事件之後所發生的另一幕。期待捲土重來的政府當局，公告與這次特別法幾乎一樣內容的場址選定手續，招募地方政府參加。在非公開階段有7市10郡應徵，但是一旦公開申請時，所有的地方政府都怕地方上的反對而紛紛打退堂鼓，計畫終歸烏有(譯註2)。

當居民信賴政府與電力事業者屹立不搖的意志與政策時，擅於編織恐怖故事的反核運動人士就失去了他的煽動力。

以這次的成功體驗為基礎，南韓為了因應2016年達到期限的用過核燃料的貯存問題，準備在2006年內成立能源基本法，並成立以大統領(總統)為委員長的國會能源委員會。日本也應該從南韓的成功學習其經驗，從根本就廢除妨礙建立綜合能源政策的縱向行政(沒有橫向聯繫的做法)。

譯者謝詞:

承蒙 秋元理事長以2007.8.9 e-mail答應中文翻譯權，謹此申致謝意

譯註1：11月3日的公投競爭激烈，其他3地的結果為：郡山市--84.4%贊成
盈德市—79.3%贊成
浦項市—67.5%贊成
慶州市目前有4部核能機組(月城核電廠)運轉中，另有2部各為100萬瓩的新月城核電廠計畫中。中低放射性廢棄物最終處置場將設置於月城核能電廠附近，占地約60萬坪。

譯註2：因為中央政府與地方政府間缺乏互信。只用「辦法」而非「法律」讓地方政府擔憂，怕中央政府無法貫徹承諾。

資料來源：
2006年1月11日 電氣新聞WAVE 時評專欄

作者簡介:
秋元勇己(Akimoto Yuumi)先生，理學博士。1930年生(東京都)。現擔任日本原子力文化振興財團理事長，三菱Material公司名譽顧問。1954年東京文理大學研究所畢業，進入三菱金屬礦業(現改名為三菱Material)服務。1994年升任社長，2000年擔任董事長。著有「優雅的世紀」、「蓋亞的思想」等。

美國輿論 強力支持核能

◆ 許俊男 譯

倍斯康提（Bisconti）公司董事長以「美國對核能的社會輿論」為題作了演講，從1983年開始到2007年為止的24年時間，甚至1年數次，以所進行的輿論調查成果為基礎展開了座談。他說明此輿論調查是以亂數選擇出1,000名18歲的美國民衆進行電話訪問，其結果的誤差在正負3%左右。

美國民衆對於核能的輿論動向，誠如圖中所示，在1983年贊成者為49%，反對者為46%，呈拮抗的局面。在1986、1987年，雖有過「反對」超過「贊成」的時期，但之後「贊成」相繼超過了「反對」。除了1995、1996年之外，二者的差異有持續擴大的傾向，且在最近的調查，變為「贊成」63%，「反對」31%。在24年的調查期間，倍斯康提就「贊成」與「反對」的差距擴大，以及就最近的兩次調查，注意到「贊成」稍微變少，「反對」則稍微增加，指出「可再生能源的大力宣傳，核能的公關不足是可能的原因」。

就全美來觀察「贊成」的傾向，東北部為59%、中西部為62%、南部為68%、西部為61%。全美贊成者超過了半數，在南部若干民

美國國民對於核能發電贊成與否的輿論變化（1983～2007）



調高的區域則幾乎沒有差異。即使在日本新潟縣中越海岸的地震襲擊柏崎刈羽核電廠的7月16日之後，在美國核電廠的所在地附近進行調查，也得到此明確的結果。

在全美國64個廠址，除了住在半徑10哩(約16公里)內居住的電力公司職員之外，針對每廠址各18人合計1,152人進行電話訪問的結果，對於核電廠，「贊成」的有82%，「反對」的有16%，特別是在「反對」當中「非常反對」的只有7 %。

在既有核能電廠廠址周邊的人當中，「贊成」的有71%，「反對」的有26%。其中在「有聽過核電廠可對削減二氧化碳作貢獻」的人當中，「贊成」的占76%，而在「未聽過」的人當中，「贊成」的只有60%。倍斯康提董事長作了「這顯示溝通的重要性」的說明。進一步顯示，除了「擁有多量資訊而思考核能的人其好印象程度」更高達79%之外，「取得美國核能管制委員會的資訊」而思考的人，其好印象程度也高達74 %。

倍斯康提作了如下的結論，核能設施如何讓當地社會認為具有「親密」的存在感，並具有「在那裡工作的人們都是友善之人」的想法是最大的課題。無論如何，透過一切所有的機會與當地溝通是非常重要的事。

資料來源：

原子力產業新聞第2393號，2007年8月30日

(本文譯者為國立清華大學原子科學系榮譽退休教授)

核能發電面面觀

◆ 江仁台

一、序言

由於石油價格猛漲，也由於憂慮因燃燒汽油、煤而大量排放二氧化碳，造成空氣污染與地球溫室效應，引起巨大的氣候變化，如酸雨、超級颶風和地球溫度加速上升，世界上許多國家重新對核能發電產生興趣，譬如美國政府現正大力鼓勵並協助電力公司籌建核電廠。

核能發電過去在台灣有許多爭議，然而「十年河東，十年河西」，目前在世界上有許多國家熱衷核能發電的時候，似乎有瞭解核能和重新檢討核能發電優劣的必要。

二、核能為萬能之源

除了核能，地球上的生機和其他能源，都來自太陽光。假如沒有太陽光，風力、水力、草木、煤和石油都無從產生，然而太陽光卻是由太陽內核熔合的能量所產生。換句話說，地球上所有的能源，都直接或間接來自核能。

核能有兩種，核熔合能和核分裂能。核熔合能是兩個輕的氫核熔合所產生的能量，核分裂能是重的鈾核或超鈾元素 (如鈽) 核在吸收中子後分裂所產生的能量。目前的核能發電，是由核分裂能產生的高溫將水燒成蒸氣，推動渦輪發電機來發電。

三、核能發電的優點

核能發電的優點之一，是用很少的核燃料就能產生很多的電能。產生同量的電能，核能發電所耗用的核燃料只是火力發電所耗用的化石燃料 (煤或石油) 的約百萬分之一。因此發同量的電，核能發電成本較低，而且放射性廢棄物量也比化石廢棄物的量少非常多。

核能發電的優點之二，是核能發電不會像火力發電排放大量的二氧化碳。如果大氣層增加大量的二氧化碳，就會造成地球溫室效應，引起重大的氣候變化，例如產生超級颶風，造成巨大破壞；又如使地球溫度加速上升，造成南、北極冰山擴大溶解。

核能發電的優點之三，是核能發電不會像火力發電排放酸性氣體，造成酸雨。

四、核能發電的缺點

核能發電的缺點之一，是放射性廢棄物含有許多放射性物質，如果貯存不當，將造成地下水的放射性污染。

核能發電的缺點之二，是一旦發生嚴重的核電廠事故，容易造成放射性氣體外洩，將造成空氣的放射性污染或更嚴重的事故。

五、核電廠事故正確的認知

核能發電已有40多年的歷史，其間在美國以1979年3月28日發生的三哩島核能事故最嚴重，在俄國（前蘇聯）則以1986年4月26日發生的車諾比爾核能事故最嚴重。

三哩島核能事故，是因為輸水管大破口，核電廠部分燃料棒因缺水無法冷卻，導致燃料金屬護套熔裂，但第二重防線--壓力槽和第三重防線--圍阻體並沒有損壞，只有少量放射性氣體自圍阻體外洩，無人傷亡，20多年來，對附近居民健康也沒有明顯的影響。

反觀車諾比爾核能事故，核反應器中子減速劑--石墨在高溫下起火燃燒，反應器內也在高溫下產生大量的氫氣造成爆炸，反應器壓力槽被爆破後，噴出的放射性氣體和落塵飄至東歐、北歐和西歐，歐俄地區被輻射落塵嚴重污染，有56人直接死亡，其中47人為核電廠工作人員，9位兒童因得甲狀腺癌死亡，間接得癌症死亡估計約有4,000人。

美、俄兩國這兩個最嚴重核能事故的結果，比較起來有天壤之別。主要原因是當時在俄國不注重「人命關天」，核電廠設計的安全度與運轉的管制有嚴重的缺失，以致造成巨大的人禍。

按美式核電廠設計的最大可容許事故，是輸水管大破口。輸水管大破口後，正常程序是將全部中子控制棒立刻插進核反應器爐心，並將緊急冷卻硼水(中子強力吸收劑)迅速注入爐心，緊急降低核反應度以逐漸冷卻反應器。如果輸水管大破口後程序失控，燃料棒會因缺水而溫度快速昇高，終致燃料棒金屬護套熔裂，造成放射性氣體外洩。

三哩島核能事故，就是輸水管大破口後因為操作錯誤導致程序失控，燃料棒因缺水而溫度快速昇高，隨後雖矯正操作，但部分燃料棒金屬護套已熔裂，造成放射性氣體外洩於圍阻體內。

三哩島核能事故後，基於三哩島核能事故的經驗，美國核能管制委員會已加強管制核電廠操作員的訓練，和加強審查與管制核電廠設計的安全度，並要求電力公司做核電廠危險度機率分析。此外，美國核能工業界也加強核電廠的安全分析和設計改良。因此，自三哩島核能事故發生以來近30年，在美國沒有再發生輸水管大破口的嚴重核能事故。

美國核電廠是輕水式，而俄國的車諾比爾核電廠是石墨式。石墨式與輕水式核電廠設計與運轉原理有相當大的差異，譬如在水管大破口事故發生後，輕水式核反應器因缺水致中子無法有效減速，核反應自動隨之快速降低；而石墨式核反應器因石墨仍能使中子有效減速，核反應降低緩慢，加上石墨在高溫下會起火燃燒，而且燃料金屬護套在高溫下會與水劇烈作用，產生大量的氫氣造成爆炸，非常危險。此外，車諾比爾核電廠沒有堅固的圍阻體，放射性氣體自爆破的壓力槽外洩後，立即衝入大氣層擴散。這就是為什麼車諾比爾核能事故這麼嚴重的原因。

台灣電力公司所有的核電廠都是美國輕水式，安全度非常高，絕對不會發生車諾比爾核能事故這般嚴重的災難。

六、放射性廢棄物處理

放射性廢棄物分為兩類，高放射性廢棄物和低放射性廢棄物。高放射性廢棄物主要是使用過的核燃料，低放射性廢棄物為電廠中含有被中子活化後具放射性的廢棄物，包括各種使用過的放射性污染物。

高放射性廢棄物量較少，多先貯存於電廠內。低放射性廢棄物量較多，電廠內無處貯存時，須找適當地點在廠外貯存。放射性廢棄物貯存最忌地下水污染，因此放射性廢棄物貯存地多選離島或沙漠區。

七、低輻射傷害的修補

輻射並非放射性廢棄物所獨有，空中有來自太空的宇宙射線，地上有來自地表的天然輻射，人體內有鉀40等的天然輻射，而且照x光和看電視時人體也會受到人工輻射的照射。

大家如果不健忘的話，應記得20多年前，台灣曾鬧得沸沸揚揚的輻射鋼筋屋事件，原子能委員會曾有主管因管理不周而丟官。基於輻射對人體有害的認知，原子能委員會每年都對輻射鋼筋屋居民做健康追蹤檢察。20多年過去了，發現輻射鋼筋屋居民得癌症的百分比反而較他處的居民為低，這樣的追蹤檢察結果十分有趣。從生物輻射物理學分析，這個結果很有道理，因為癌細胞是分裂很快的細胞，而分裂很快的細胞受輻射的破壞比正常細胞較大，這也是使用輻射治療癌症的原理。

其實，人體對微量輻射所造成的傷害有自我修補的能力。加上低劑量的輻射照射，有可能降低得癌症的機率。因此，大衆不必對輻射太過恐懼。

七、結語

1.地球上所有的能源，都直接或間接來自核能。

2.人體對微量輻射的傷害，有自我修補的能力。低劑量的輻射照射，有可能降低得癌症的機率。大衆不必對輻射太過恐懼。

3.核能發電成本較低，不排放二氧化碳，不造成酸雨，而且放射性廢棄物量也比化石廢棄物量少非常多。

4.放射性廢棄物雖含有許多放射性物質，但貯存得當，就不會產生問題。

5.台灣電力公司所有的核電廠都是美國輕水式，安全度非常高，不會產生嚴重的核能事故，為害附近居民。

從能源的優缺點、能源供給多元化和環保多元化的立場觀察和分析，核能發電值得保留和適度的推廣。

（本文作者曾任美華核能協會會長，現在任職於美商奇異公司）

核電廠好還要更好 我國功率提昇的現況

◆ 編輯室

為了提高發電功率、增加發電量，台電公司目前正進行現有核電機組的功率提昇作業，是國際間最具安全、經濟與效益的作法，以因應我國未來經濟發展所需的電力。

什麼是功率提昇？

「功率提昇」是為了提高核電廠的發電功率，增加發電量，將核電廠的經濟效益發揮得更高。美國核能管制委員會（NRC）將功率提昇的作法予以分類，我們參考其分類，簡稱分為小幅度、中幅度與大幅度：

表1.功率提昇的分類：

功率提昇的分類	各類功率提昇的特徵	提昇幅度
小幅度功率提 (Measurement Uncertainty Recapture Power Uprate, MUR)	需加裝超音波飼水流量計，執行部分安全分析	小於2%
中幅度功率提 (Stretch Power Uprate,SPU)	不更換重大設備，執行完整安全分析	1至6%
大幅度功率提 (Extended Power Uprate,EPU)	需更換重大設備，執行完整安全分析	6至20%

我國核電廠設備與運轉經驗向來都是師法美國，台電公司在以安全為第一考量的前提之下，於民國91年開始將功率提昇列為重點工作，92年先從核二廠開始進行，接著是核一廠與核三廠。

美國各核電廠已如火如荼地進行小、中、大幅度功率提昇的各項計畫，目前美國104部核能機組中，已有88部(約占84.6%)進行功率提昇。

表2.美國功率提昇計畫現況

	已核准案數（機組數）	預期5年內核准案數	小計	已增加的發電容量
小幅度功率提昇	35(34)	20	55	4,900百萬瓦電
中幅度功率提昇	61(58)	4	65	可再增加發電容量
大幅度功率提昇	17(17)	14	31	
總計	113(88)	38	151	2,490百萬瓦電

（根據美國核管會公布的最新數據）

功率提昇的經濟效益

依照台電公司的估計，核二廠小幅度功率提昇計畫執行之後，可以提高1.7%的發電效率，投資金額約新台幣2.4億，估計約可在1年之內回收成本，投資報酬率相當可觀。

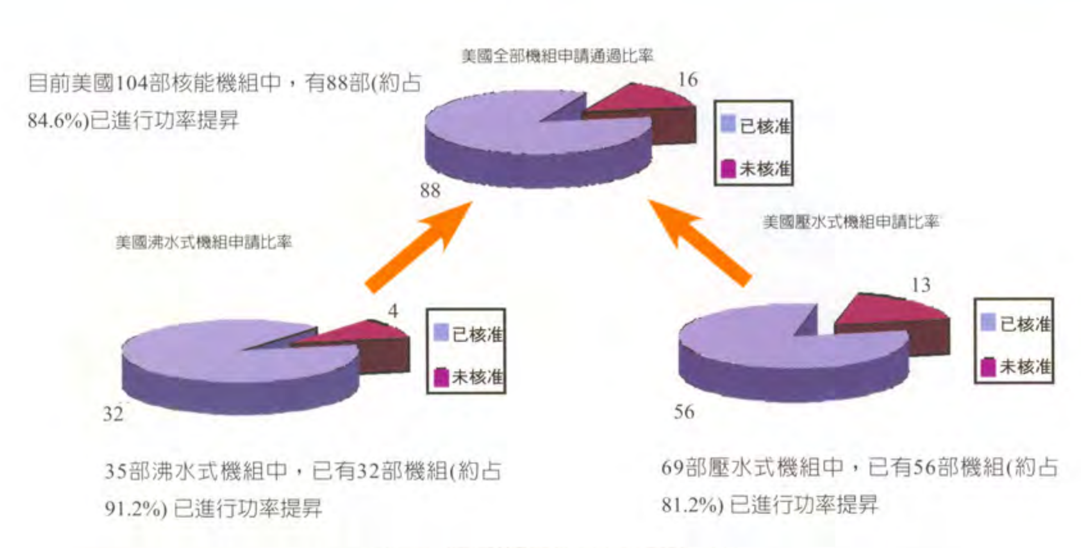


圖1. 美國核能機組進行功率提昇的占比

參考國外的經驗，韓國古里及靈光電廠執行中幅度功率提昇之後，約可提高4.5%的發電功率，投資金額約新台幣7.5億元，大約1年就可回收成本。而美國的Susquehanna電廠與Monticello電廠，以及瑞典的Forsmark電廠，經過大幅度功率提昇之後，都提高13%的發電效率，投資金額約新台幣30-60億元，成本回收的時間大約3年。

因此，台電公司在執行3個核電廠的小幅度功率提昇計畫之後，將繼續進行中幅度與大幅度的功率提昇計畫。

功率提昇有助於減少二氧化碳排放

核能電廠功率提昇之後，其增加的發電量對於溫室氣體減量以及成本效益分析如下：

一、溫室氣體減量：我國3座核電廠每年約可減少30萬公噸二氧化碳的排放。

1.以核二廠為例，依照替代能源方式計算溫室氣體減量值：

＊核二廠平均年供電量（以民國92、93、94年平均值）：141.4億度。

＊假設小幅度功率提昇可提昇功率1.5%，則每年核二廠可增加供電量：2.1億度。

＊如果被替代的能源，以燃油占比45.4%、燃氣占比54.6%計算。燃油每度電排放二氧化碳0.7公斤、燃氣每度電排放二氧化碳0.45公斤。則每年核二廠可

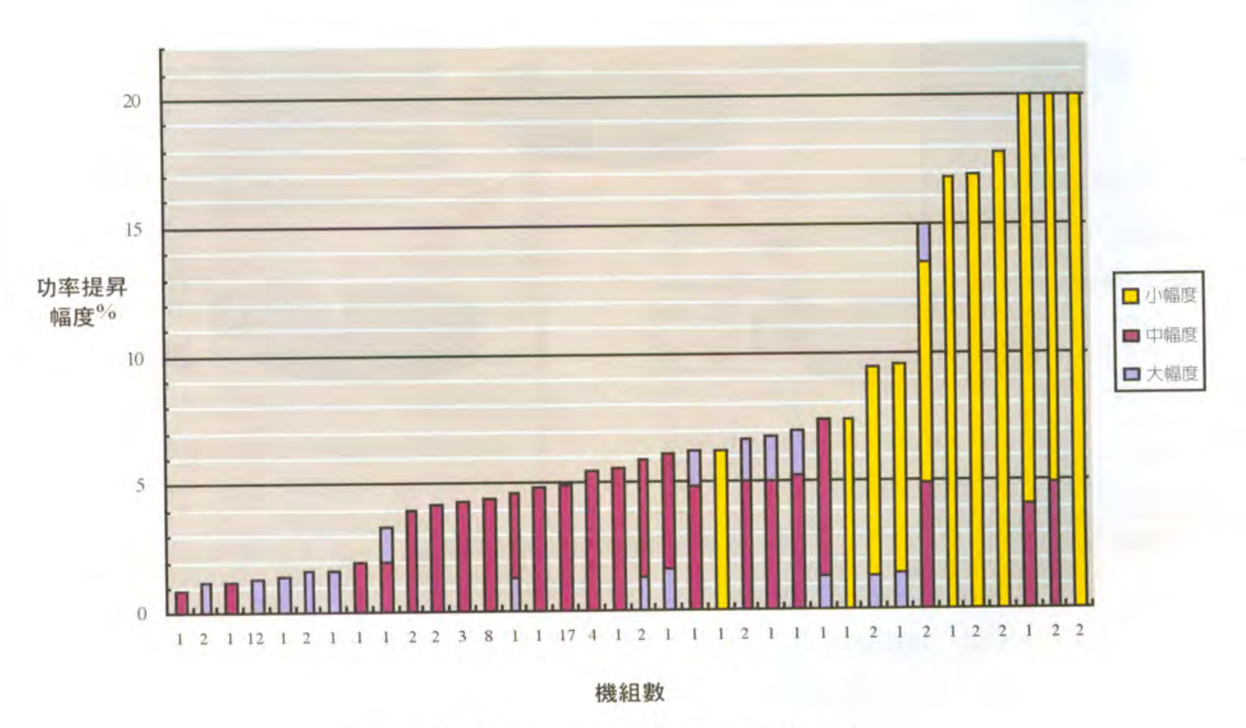


圖2. 美國功率提昇計畫提昇幅度分布圖(依已核准機組)

減少排放二氧化碳：11.8萬公噸。

2.若以發電容量比例計算，則3座電廠每年可減少排放二氧化碳：約30萬公噸。

二、成本效益分析：3座電廠每年約可節省成本10億元

1.以核二廠為例，依照替代能源及燃料成本方式計算成本效益：

＊依前例，每年核二廠可增加供電量2.1億度

＊核燃料成本每度電0.1007元，核能後端營運（放射性廢棄物處理）成本每度電0.17元，合計0.2707元/度

＊若被替代的能源，以燃油占比45.4%、燃氣占比54.6%計算。燃油燃料成本每度電2.0514元、複循環燃氣燃料成本每度電2.06元，合計為2.056元/度。

＊每年核二廠可節省成本：3.75億元。

2.若以發電容量比例計算，則3座電廠每年可節省成本：約9.8億元。

表3.我國小功率提昇計畫執行進度

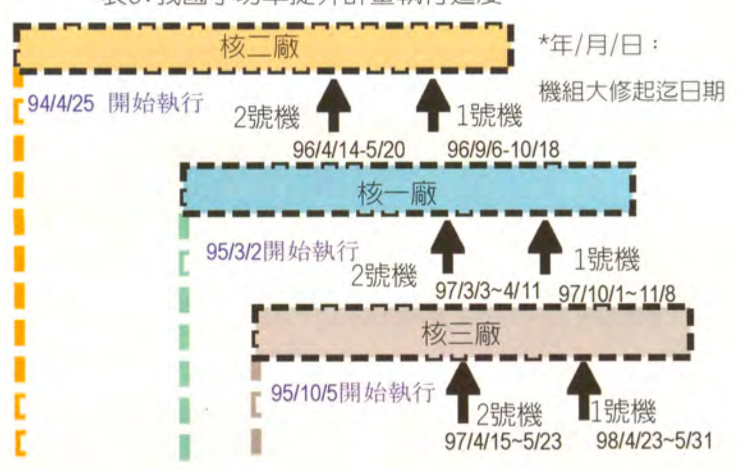




圖3.核二廠2號機超音波流量計安裝的情形




圖4.核二廠2號機超音波流量計系統電子儀控盤

未來的目標

依照國內政治、社會環境的條件，想要增建新的核電廠或核電機組，都將遭遇相當大的困難。而提高發電功率、增加發電量，進行現有核電機組的功率提昇，是最具安全、經濟與效益的作法。

目前核二廠2號機小幅度功率提昇計畫已經順利完成，其他電廠的機組也陸續進行安全分析評估、執照申請、超音波流量計採購等作業。台電公司也將參考美國的成熟經驗，繼續進行中、大幅度功率提昇的規劃，以因應我國未來經濟發展所需的電力。

資料來源：

台電公司核能發電處、核二廠(2007)

核四廠工程進度報導

◆ 編輯室

核四工程進度 (截至民國96年10月底止)

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
權重	100%	19%	15%	58%	8%
實際進度	71.52%	90.46%	98.96%	65.69%	17.33%

註：預計核四廠第1、2號機商轉日期分別為民國98年7月15日、99年7月15日(相關數據由台電公司提供)。


1號機反應器廠房施工現況圖景


2號機反應器廠房施工現況圖景



抽水機廠房施工現況圖景

資料來源：原子能委員會，http://www.aec.gov.tw/www/control/index05-03.php，http://www.aec.gov.tw/upload/1191911105LM9610.pdf

國外新聞

美國田納西州新機組即將完工 加入供電行列

美國田納西河谷管理局在進行耗資2,000萬美元的可行性研究之後，決定讓州內的瓦次巴核電廠2號機完工。此部成本24.9億美元、容量118萬瓩的反應器預計於2013年投入營運。機組在1985年遭停工，在建造許可仍有效的情況下，將於2008年復工。另一部同型機組早已於1996年開始運轉。將瓦次巴核電廠2號機完工，是田納西州增加新發電容量最快、最便宜的方式，其所提供的電力成本為每度4.4美分，跟火力發電或是建造新核能機組相較之下，成本節省了20-25%，較天然氣則省43%。TVA 1/8/07, Bloomberg 1/8/07.

美國德州電力公司簽署新機組合約

美國NRG能源公司與其擁有44%股權的南德州計畫核電廠核能營運公司，日前與東芝簽署新建2部反應器計畫的服務合約。南德州核電廠3、4號機將採用已在日本運轉10年、同型的1,350萬瓩的奇異-日立進步型沸水式反應器。由於今日東芝已擁有對手的供應商，因此有更豐富的此型機組建造經驗、並將提供設計、工程、建造與採購專業。奇異-日立公司在此計畫中扮演何種角色尚無法得知。NRG能源公司同時也訂購了電廠反應器壓力槽等重組件，其餘重組件將在2008年下訂。NRG Energy 9/7/07, Nucleonics Week 23/8/07.

美國釋出軍用鈽 用做核燃料

美國能源部釋出另一批從拆除彈頭中取出的軍用級鈽，用作一般核能發電的燃料。美國能源部國家核安局將在薩凡那河廠址，把原用作武器原料的鈽製成混合氧化物(MOX)燃料，供核電廠使用。來自千餘顆彈頭的鈽原料，將可製成200公噸的反應器燃料，生產530億度的電力。這是軍方繼於1994年公布的52.5噸庫存鈽(包括2000年美俄協議將各自釋出的34噸)之外，最新釋出的一批軍用鈽。此番釋出鈽再利用，美國軍用鈽庫存量將降低為1990年代的4成。DOE 17/9/07, WNN 18/9/07, NTI 19/9/07.

美國核電廠附近居民強力支持核電

最近一項民意調查結果顯示，美國核電廠附近居民強烈支持核能發電。調查鎖定居住在核能電廠附近16公里範圍處，1,150名非電廠員工的民眾。其中9成民眾認為核電對於未來供電相當重要，82%的人偏愛核能發電、77%則表示建造新核電廠絕對必要，而71%的人可以接受附近再蓋新核電廠。尤其是有關安全方面，受訪民眾對於當地電廠呈壓倒性的支持。

在放射性廢棄物議題上，71%的人認為

在廠內貯存很安全；78%認為聯邦政府應繼續推動雅卡山處置場計畫。民衆信賴的核電資訊來源，電廠官方資訊：68-74%、環保團體：45%、反核團體：22%。民調研究單位結論表示，因為居民熟悉電廠，對核電抱持正面的態度，並且認可核電廠嘉惠地方，所以民衆並未出現「不要在我家後院(簡稱寧避)，(Not-In-My-Backyard Syndrome，NIMBY)」症候群。Bisconti Research 8/07

羅馬尼亞新反應器機組併聯運轉

羅馬尼亞色納佛達核電廠成功完成2號機併聯。容量為70萬瓩的Candu-6型重水式反應器是由加拿大、義大利、羅馬尼亞國際團隊興建完成。2號機組建造成本達7.77億歐元，資金部分來自加拿大貸款2.18億歐元、歐洲原子能局(Euratom)貸款2.235億歐元。色納佛達核電廠兩部機組提供羅馬尼亞全國約18%的電力。Nuclearelectrica 8/8/07。

匈牙利反應器功率提升

匈牙利佩克斯核電廠兩部反應器機組成功提升功率8%，目前其他兩部機組的功率提升準備作業還在進行中，預估可在2009年完成。這4座陸續於1982-1987年間開始運轉的VVER-440型機組，提供該國4成電力。目前同廠址亦有2座新100萬瓩機組的建造提案。Paks 20/6/07

中國大陸簽署反應器合約

西屋日前與聯盟夥伴紹爾集團，共同與中國大陸簽署合約，在浙江三門與山東海陽建造4部AP1000型核能反應器機組。這4部反應器是首批在大陸建造的AP1000型機組，合約還包括主要技術轉移。合約由美方與中國國家核電技術公司、三門核電公司、山東核電公司（海陽）以及中國技術進出口總公司共同簽訂，具體合約內容並未透露。整體興建工程將在2009年動工，三門核電廠首部機組預計可於2013年下半年完成。Westinghouse 24/7/07.

中國大陸反應器火熱發展

俄羅斯核電建設出口公司在中國大陸建造的第2座100萬瓩反應器－田灣2號，日前已順利商轉。顯然是因為協商過程冗長繁瑣的關係，廣東核電集團在與亞瑞華及法國電力公司討論反應器事宜後，決定不採用2座歐洲壓水式反應器，改在揚江建造6部本土化的中國壓水式1000型反應器，並把歐洲壓水式反應器，移到電力供給較不吃緊的秦山核電站。

中國大陸東北部首座核電廠－遼寧紅沿河核電站，一期工程即同時建造高達4部機組，第1部機組目前已經動工。4部108萬瓩、中國壓水式1000型反應器機組成本高達

66億美金，預計在2012-2014年間可以開始商轉。中國大陸現在共有5部建造中的機組，未來1年半內，另有13座機組將動工。Xinhua 19/8/07, WNN 20/8/07

日本柏崎刈羽核電廠餘波盪漾

日本經濟產業省成立20人小組的「中越地震調查及對策委員會」，就7月16日的地震對柏崎刈羽核電廠的影響做詳細評估。調查結果判定，政府及各家電力公司往後還需要加強電廠安全措施。委員會並表示，日本政府應該為1970年代，核准在接近斷層帶上建造第一批機組的決策負責。日本7月16日規模6.8的地震超出柏崎刈羽電廠的設計值，也超出了實際保守工程設計值。

國際原子能總署亦參加了日本原子力安全保安院的地震檢討會議。國際原子能總署表示，雖然地震對柏崎刈羽核電廠內造成了相當的損害，但並無安全威脅，主反應器和渦輪機結構未受影響。報告進一步指出，地震造成的損害，「整體而言有限且比想像中小」，不過詳細的調查仍還要再進行數月。IAEA 17/8/07, JANTI 10/8/07, Tepco 24/7

阿根廷新反應器計畫

阿根廷核電公司在順利完成可行性研究後，與加拿大原子能公司簽訂合約，建造2部容量為74萬瓩的Candu-6新反應器。除前述工程之外，合約條款亦要求加拿大方面，協助阿根廷核能營運公司完成目前進度8成、由德國西門子公司設計的亞徒加核電廠(Atucha)2號機反應器。儘管這些工程是2006年發布的32億美元策略計畫主要的一環，但阿根廷政府可望會在2008年4月發布決策，做再次的確認。WNN 30/7/07。

南非邁向核能大未來

為解決日增的電力需求和燃煤發電比例近9成的問題，南非日前發布核能政策草案。以過去23年的核能發電經驗為基礎，政策草案勾勒廣泛、全方位的核燃料再循環藍圖。南非有成熟的鈾礦開採產業做後盾，因此轉化、濃縮、燃料製造和再處理，被視為與能源安全策略有關的優先處理事項。南非未來主要採用的反應器技術是壓水式反應器，礫石床模組反應器(PBMR)則用來發展供電及供熱。在2016年前，南非當地的核子組件和設備製造相關作業應可籌備完成，礫石床模組反應器也可商轉，可望供國內和出口使用。然而出口未加工的鈾則會受限，南非也將把鈾庫存當做策略運用。

南非核能公司稍早表示，2030年前核能容量可望提昇到2,700萬瓩，提供國內3成電力。核電新血包括12部新的大型壓水式反應器和24部小型礫石床模組反應器。新電廠

將由國營依斯康電力公司營運，該公司提供南非境內95%電力(和全非洲6成餘)。DME consultation draft July 2007.

加拿大亞伯達省選定新核電廠廠址

加拿大亞伯達能源公司選定新核電廠廠址。新廠位在亞省西北處，距省會愛明頓市500公里、靠和平河的區域。採用的反應器型式為ACR-1000型加拿大反應器雙機組，電廠總發電容量220萬瓩。亞伯達能源公司已向加拿大核能安全委員會提出申請成本62億加幣(台幣2,115億)、預定於2017年開始商轉的核電廠廠址許可證。該公司之所以選擇此廠址，主要是因為當地居民積極支持。不過亞伯達能源公司表示，廠址許可申請只是漫長核准程序的第一步。WNN 28/8/07.

加拿大地方政府放銀彈 節能 減碳 蓋核電廠

為了滿足日漸高漲的能源需求，加拿大安大略電力局在徵詢大衆意見後，日前公布高達200多億美金的擴建核能計畫。安大略省的發電容量大多來自老舊電廠，大概有3,000萬瓩，預計到2027年時還需要800萬瓩的容量(或是170萬瓩的節能措施)。跟之前2006年公布的政策一致，新計畫將帶入1,400萬瓩的更新過或新電廠電力，費用高達265億美金，並在2014年前關閉643.4萬瓩的燃煤發電廠容量(緊急備用電力情況除外)。二氧化碳排放量未來將降低6成，發電成本則提高1成5到2成之間。

天然氣發電比例將從22%上升到28%，成本達36億美金。節約能源計畫則將耗資100億美金，預計可降低630萬瓩的電力需求。同時間，再生能源發電容量加倍(水力發電1077.1萬瓩，風力468.5萬瓩)則將花費150億美金。基載供電將從今日的1,380億度上升到1,700億度。WNN 28/8/07

APEC宣示減碳決心

APEC亞太經合會論壇高峰會日前於雪梨落幕，會中各國達到處理氣候暖化、能源安全與發展的共識。包括美國、俄羅斯、日本和中國大陸在內的21個國家領袖，共同設定出顧及經濟發展，以2005年能源強度為基準，在2030年前減少25%的目標。減碳目標進展持續受監控，2010年的高峰會中將報告相關進度。APEC會員國並呼籲，應設立2012年後的國際氣候變遷公約，強化、拓展和深化目前聯合國氣候變化綱要公約的工作，並將可導向全球溫室氣體成功減量。聯合聲明特別指出，核電為零排碳的電力來源。WNN 10/9/07.

世界核能協會發布市場報告 核能發電持續成長

世界核能協會2007年市場報告出爐，

內容基本上並未修改核能發電成長的設定情節，但報告中指出，核電需求更熱的可能性會提高。鈾和鈾濃縮需求有些微改變，鈾市場需求比兩年前稍趨緩和，濃縮鈾輸入則稍高。造成此種情況的原因，是由於鈾價飆升，因此採購者會以尋求鈾濃縮服務替代購買鈾。

報告強調，次級鈾市場供應，例如把以前的軍用高度濃縮鈾混合再利用等，將持續在市場發燒到2020年或更久。基於庫存殷實、鈾價攀升導致開採新鈾礦脈誘因增加，鈾主要產量開始快速上升。現在看來，核燃料市場應該到2030年都沒有供應問題，但未來有希望採出鈾礦的礦脈，可望應付更多的市場需求。

烏克蘭為車諾比爾4號機 購置新防護罩

烏克蘭政府與以法國為首的國際合資企業，簽訂總價4.3億歐元的合約。承包商將為車諾比爾核電廠4號機建造新防護罩，包覆事故反應器及1986年發生核子災變後倉促建造的屏蔽體。新拱型金屬防護罩高105公尺、寬257公尺，將在機組旁建造，完成後才移至預定位置安裝。Platts 17/9/07.

俄羅斯計畫部署小型反應器

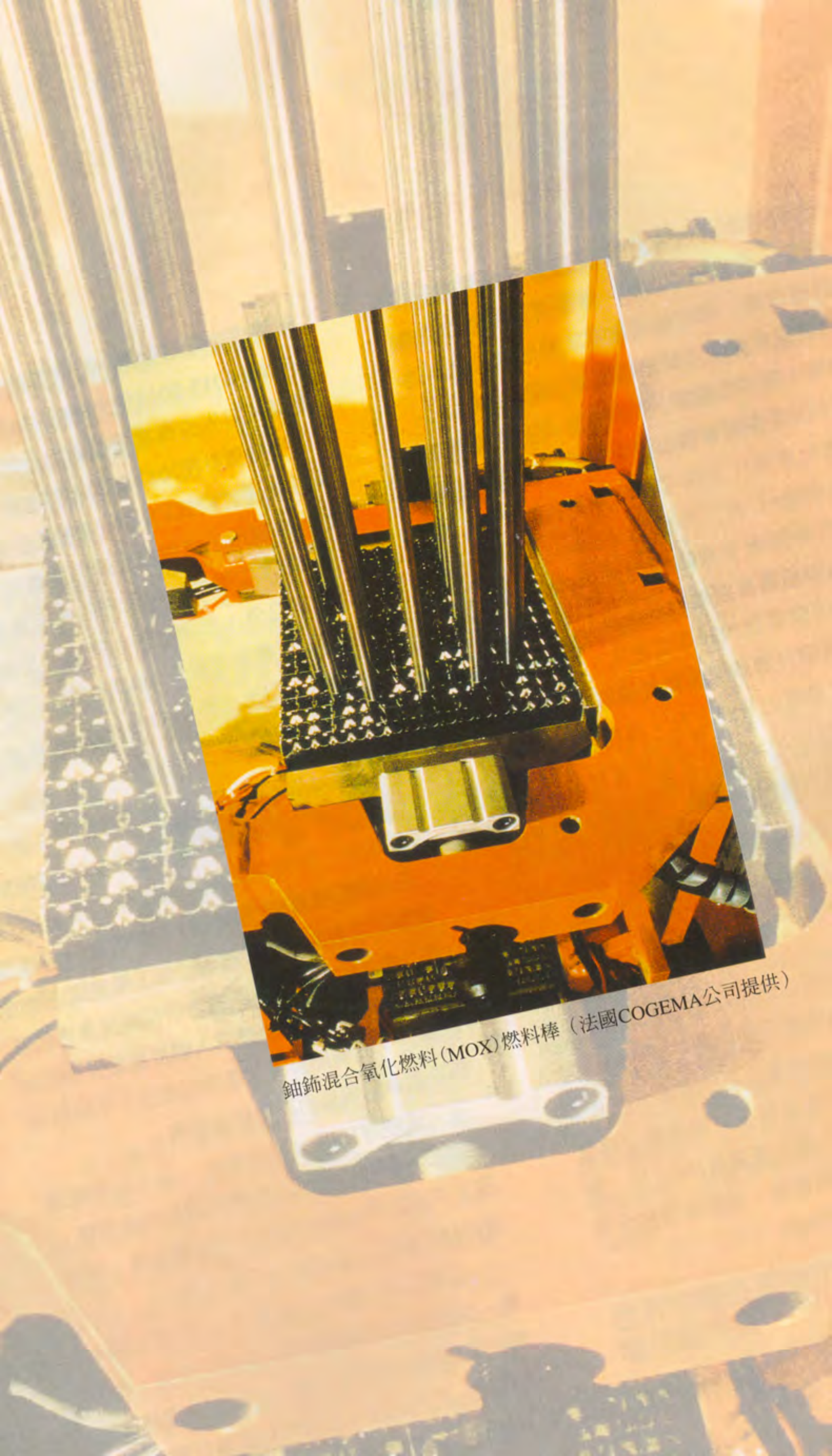
俄羅斯原子能工業公司發布到2020年的新建核能電廠計畫。計畫基礎是為了幫17部預計在2013-2017年上線的120萬瓩級反應器募資。另外也有零星的新反應器計畫提出，包括6座預計在2017-2020年於遠東區寇拉和濱海區營運的新式VK-300沸水式反應器，但資金尚未到位。這批反應器可能會是未來10年內，除了中國大陸和南非的模組高溫氣冷式反應器之外，市場上最小新型的反應器，可望能吸引電網容量在200-300萬瓩之間的國家和地區的目光。Shchedrovitsky paper at WNA Symposium 6/9/07

國內新聞

油價高漲、二氧化碳排放量飆升，非核家園政策鬆動！由於日前全國工業會議決議檢討「非核家園政策」、前中研院院長李遠哲亦在昨日向民進黨總統候選人謝長廷重提核能的必要性，經濟部長陳瑞隆昨日表示，不排除未來在適當時機重新評估核能政策。

從停建核四、要求核一、二、三電廠提前除役，到核四續建、舊有核電廠持續運轉，在未來適當時機重新檢討非核家園政策，陳瑞隆的談話顯示，非核政策已見鬆動。

台電主管擔心，就算未來非核家園鬆動，目前受到油氣價格飆漲影響，燃煤、風力與核能機組設備炙手可熱，由買方市場轉為賣方市場，若拖久了，台灣勢將面臨缺電危機。（2007.11.22.中國時報）



鈾鈽混合氧化燃料(MOX)燃料棒（法國COGEMA公司提供）